

И. В. Неволлина, Т. М. Сабирова, А. Ф. Рафикова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРБЕНТОВ «PUROLITE» ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КХП

Four brands of sorbents from the firm Pyurolight, derived from organic polymers, for the purification of biochemical wastewater from coke-chemical production from COD and chromaticity, as well as two of them from common phenols and cyanides were investigated.

Сточная вода коксохимического производства (КХП), прошедшая глубокую биохимическую очистку в режиме нитри-денитрификации от всех загрязнителей, характеризуется высокими цветностью и остаточным ХПК, обусловленных ее вторичным загрязнением метаболитами жизнедеятельности микробных культур активного ила (гуминовыми и фоллиевыми кислотами), а также остаточным содержанием исходных загрязнителей (фенолов, цианидов и др.) [1, 2]. Это ограничивает возможности ее повторного использования на нужды предприятия.

Как следует из литературных данных, для снижения цветности и ХПК биохимочищенной сточной воды КХП исследованы и апробированы практически все известные методы: озонирование, ультрафильтрация и обратный осмос, коагуляция и электрокоагуляция, сорбция различными марками активных углей и др.

Установлено, что для внедрения каждого из них требуется существенное усложнение технологической схемы, наряду с необходимостью применения высокого расхода дополнительных реагентов и материалов [1, 3]. В связи с этим на КХП РФ доочистка очищенных сточных вод пока не используется, то есть остается актуальным поиск менее сложных и затратных технологий.

Настоящая работа посвящена исследованию эффективности и пригодности 4-ех марок сорбентов на основе органических полимеров (смол), выпускаемых фирмой Purolite [4], для снижения цветности, ХПК, содержания фенолов и цианидов в биохимочищенной сточной воде КХП. Все эксперименты по оценке

сорбции проводили в лабораторных условиях на производственной воде КХП, предварительно отфильтрованной от взвешенных веществ через фильтр «синяя лента» для повышения производительности и экономичности сорбционного процесса. Кинетику сорбции исследовали в динамике путем самотечного пропускания (фильтрования) исследуемой воды через колонку с сорбентом и отбора проб по мере прохождения через нее 250 см³ воды для аналитического контроля. Эксперимент с каждым сорбентом заканчивали после снижения скорости потока в 3 раза по отношению к исходной скорости. Степень очистки сточной воды рассчитывали, исходя из исходного и остаточного значения контролируемого загрязнения в отобранной пробе, а по окончании эксперимента – в усредненном объеме очищенной воды.

В процессе исследований был выявлен ряд нижеследующих отличительных особенностей в свойствах изученных сорбентов.

Адсорбент 1 – Макронет *MN202.129Q/08/5* (сверхсшитый неионогенный сорбент макро- и микропористой структуры (1,5 нм) на основе полистирола). При пропускании через сорбент 75–85 удельных объемов сточной воды (отношение объема пропущенной через сорбент воды в см³, к объему сорбента в см³) эффект очистки от цветности и ХПК оставался практически без изменения и достигал, соответственно, 77 % (с 550 до 124 БКШ) и 54 % (с 185 до 101 мгО₂/дм³). Снижение скорости потока в 3 раза с ухудшением эффекта очистки от цветности и ХПК начиналось после пропускания 86-го удельного объема воды.

Адсорбент 2 – Макронет *MN202/2.Batch: JFP 10/1*. В отличие от адсорбента 1 данный сорбент не обеспечивал стабильности качественного состава воды уже с первых отобранных проб сточной воды. Постепенное ухудшение исследуемых показателей качества воды по ХПК и цветности происходило от одной отобранной пробы к последующей. После пропускания 55 удельных объемов воды через сорбент первоначальный эффект очистки от цветности 83 % (с 550 до 90 БКШ) снижался до 49 % (с 551 до 285 БКШ); а от ХПК – с первоначального уровня очистки 40 % (с 185 до 111 мгО₂/дм³) до 20 %

(с 185 до 148 мгО₂/дм³). Причем, уже после пропускания первых порций сточной воды начиналась пептизация (разрушение сорбента). Удельный прирост сухого остатка в очищенной воде через 10 удельных объемов пропущенной воды составил около 1 г/дм³, а через 70 удельных объемов воды – 1,4 г/дм³, то есть происходило постепенное увеличение скорости разрушения сорбента.

Адсорбент 3 – *PurosorbTM PAD400* (неионогенный сорбент мезо- и макропористой структуры на основе полистирола). При исследовании этого сорбента снижение ХПК происходило на 35 % (с 185 до 120 мгО₂/дм³), снижение цветности – на 72 % (с 550 до 153 °БКШ). Очистка оставалась стабильной при пропускании 85 удельных объемов воды, однако скорость протока к этому времени снижалась в 3 раза. Поэтому эксперимент заканчивали.

Была установлена достаточно высокая устойчивость сорбента к разрушению. С учетом показанной эффективности и физико-химических свойств сорбента отбираемые в процессе эксперимента пробы воды анализировали не только на цветность и ХПК, но и на содержание фенолов. Была установлена эффективность доочистки сточной воды от фенолов на 64% (с 0,5 мг/дм³ до 0,18 мг/дм³), которая сохранялась на протяжении всего периода фильтрования ее через данный сорбент.

Адсорбент 4 – *Purolite A860* (высокоосновный анионит с макропористой структурой на основе сополимера полиакрила). Данный сорбент обеспечивал снижение ХПК сточной воды на ~ 30 % (с 179 до 125 мгО₂/дм³) и цветности на ~ 52 % (с 806 до 387 °БКШ) в процессе пропускания 85 удельных объемов воды до снижения скорости протока в 3 раза. Степень пептизации сорбента низкая. С учетом анионных свойств этого сорбента отбираемые в процессе эксперимента пробы воды дополнительно анализировали на содержание общих цианидов. Было показано снижение остаточного содержания цианидов в очищенной сточной воде КХП с 3,0 до 0,85 мг/дм³, то есть на ~ 72 %.

Оценка эффективности сорбентов была исследована для доочистки проб сточных вод КХП двух отборов. Установлено, что удельный эффект снижения

ХПК и цветности остается близким независимо от исходного качества воды, что позволяет прогнозировать влияние и расход сорбентов на ее очистку.

В процессе фильтрования темноокрашенной сточной воды КХП через светлые сорбенты *PurosorbTM PAD400* и *Purolite A860* наблюдали, как происходит постепенное позонное сверху вниз заполнение пор сорбента загрязнителями сточной воды, сопровождающееся его потемнением книзу по мере увеличения объема пропущенной воды.

С учетом этого представляется возможным использовать изменение внешнего вида светлых сорбентов в качестве контрольной точки для своевременного вывода их на регенерацию, так как полное потемнение совпадает со снижением скорости потока и эффекта очистки.

Таким образом, установлено, что с учетом физико-химических свойств, устойчивости к разрушению и эффективности для снижения ХПК и цветности сточных вод, наиболее пригодными являются сорбенты следующих марок: адсорбент 1 – Макронет *MN202.129Q/08/5* и адсорбент 3 – *PurosorbTM PAD400*. Однако, следует отметить, что, учитывая высокую стоимость исследованных сорбентов, частоту их регенерации и необходимость глубокого предварительного удаления взвешенных веществ (тонкодисперсного активного ила) из биохимочищенной воды, по ориентировочным расчетам, такая технология доочистки относится к числу высоко затратных для реализации

ЛИТЕРАТУРА

1. Сабирова, Т. М., Неволина, И. В. Экспериментальная оценка и анализ способов подготовки биохимочищенных сточных вод коксохимического производства к утилизации // Кокс и химия. – 2017. – № 4. – С.33–41.

2. Hausmann, M., Chen, Yuanchao, Shelby, Sam, E., Kirkland, Ryan A. Wastewater management with an innovative activated sludge process at a new coke plant in China // AISTech 2016 Proceedings.

3. Озерский, Ю. Г., Ковалев, А. В., Волох, В. М. Наилучшие технические решения (ВАТ) для очистки сточных вод КХ-предприятий, рекомендуемые для внедрения в странах ЕС // Кокс и химия. – 2011. – № 6. – С. 38–47.

4. Adsorbents. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.purolite.com/product-type/adsorbents>. (дата обращения: 26.03.2019).